

**PENGARUH KERAPATAN TANAMAN DAN PUPUK UREA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KALE
(*Brassica oleracea* var *acephala*)**

Oleh:
LAELI NUR FAJRI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**PENGARUH KERAPATAN TANAMAN DAN PUPUK UREA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KALE**
(Brassica oleracea var acephala)

Oleh:

LAELI NUR FAJRI
145040200111057

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT BUDIDAYA PERTANIAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 6 Juni 2018

Laeli Nur Fajri



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengaruh Kerapatan Tanaman dan Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var *acephala*)**

Nama : Laeli Nur Fajri

NIM : 145040200111057

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui oleh :
Pembimbing Utama



Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS.
NIP. 195409111980031002

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian



Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 1956010121986012001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Dr. Ir. Didik Hariyono, MS.
NIP. 195610101984031004

Penguji II



Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS.
NIP. 195409111980031002

Penguji III



Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Tanggal Lulus :

01 AUG 2018

RINGKASAN

Laeli Nur Fajri. 145040200111057. Pengaruh Kerapatan Tanaman dan Dosis Pemupukan Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var *acephala*). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Roedy Sulistyono, Ms.

Kale adalah jenis tanaman hortikultura yang termasuk dalam famili Brassicaceae spesies *Brassica oleracea*. Popularitas tanaman kale di Indonesia masih kurang dikarenakan informasi mengenai manfaat tanaman yang sedikit. Tanaman kale termasuk tanaman bernilai ekonomis tinggi. Terdapat peningkatan permintaan kale seiring dengan pengetahuan masyarakat yang semakin berkembang namun tidak diimbangi dengan peningkatan produksi kale, maka diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan hasil produksinya. Upaya yang dapat dilakukan ialah dengan menentukan kerapatan tanaman untuk menentukan jumlah populasi dalam satu luasan lahan. Tujuan menentukan kerapatan ialah agar tanaman memperoleh dan memanfaatkan lingkungan tumbuhnya secara optimal. Pengaruh pertumbuhan dan hasil lain yang dapat berpengaruh yaitu pemupukan urea yang dibutuhkan oleh kale karena tanaman kale adalah jenis sayuran yang dikonsumsi pada bagian daun sehingga memerlukan unsur hara dengan kandungan nitrogen yang cukup. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh interaksi antara kerapatan tanaman dan pupuk urea yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman kale (*Brassica oleracea* var *acephala*).

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret sampai Mei 2018 di Desa Torongrejo Kecamatan Junrejo Kota Batu. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu kerapatan (K) yang terdiri dari tiga taraf yaitu 20 x 20 cm (K1), 20 x 25 cm (K2) dan 25 x 25 cm (K3). Sedangkan faktor kedua ialah pemberian pupuk urea (N) yang terdiri dari tiga taraf yaitu urea 100 kg ha⁻¹ (N1), urea 200 kg ha⁻¹ (N2) dan urea 300 kg ha⁻¹ (N3). Banyaknya kombinasi perlakuan (K x N) adalah 9 dengan tiga kali ulangan sehingga menghasilkan 27 satuan percobaan. Variabel pengamatan pertumbuhan yang dilakukan meliputi panjang tanaman (cm), jumlah daun (helai) dan indeks klorofil. Pengamatan hasil antara lain bobot segar total per tanaman (g) dan bobot segar konsumsi per tanaman (g). Pengamatan lingkungan antara lain intersepsi cahaya dan suhu udara. Data yang didapatkan dari hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA (uji F) dengan taraf 5%. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan Uji BNT pada taraf 5%.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil interaksi yang berbeda nyata pada parameter panjang tanaman (17 hst) dan jumlah daun (24 hst) namun tidak terjadi interaksi pada variabel pengamatan hasil tanaman kale. Hasil terbaik tanaman kale terlihat pada perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm dengan pupuk urea 200 kg ha⁻¹. Pengaruh faktor tunggal kerapatan berbeda nyata pada variabel panjang tanaman, jumlah daun, bobot segar, bobot konsumsi dan intersepsi cahaya. Variabel panjang tanaman memiliki hasil terbaik pada perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm (K3) masing-masing pada 24, 31, 38, 45 hst. Variabel jumlah daun pada 17 hst tidak berbeda nyata namun memiliki hasil berbeda nyata pada 31, 38, dan 45 hst. Bobot segar per tanaman memiliki nilai

terbesar pada perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm (K3) dengan nilai 138.68 gram dan terendah dengan 87.85 gram (K1). Sama dengan bobot segar, bobot konsumsi juga berpengaruh nyata dengan nilai tertinggi pada perlakuan yang sama dengan nilai 112.06 gram. Variabel intersepsi cahaya matahari 17 hst dan 24 hst memiliki hasil tidak berbeda nyata, pada 31, 38 dan 45 memiliki hasil berbeda nyata masing-masing nilai tertinggi pada 25 cm x 25 cm (K3) dengan nilai masing-masing 81.22%, 84.29%, dan 87.04%. Faktor tunggal pupuk urea berpengaruh nyata pada variabel panjang tanaman, jumlah daun dan indeks klorofil daun. Variabel panjang tanaman berpengaruh nyata pada 38 dan 45 hst pada perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹. Variabel indeks klorofil memiliki pengaruh nyata dengan tertinggi di perlakuan Pupuk urea 300 kg ha⁻¹ (N3) nilai 52.24 pada 17 hst dan 54.03 pada 38 hst.



SUMMARY

Laeli Nur Fajri. 145040200111057. The Influence of Planting Density and Urea Fertilization to Growth and Yield of Kale (*Brassica oleracea* var *acephala*). Supervised by Dr. Ir. Roedy Sulistyono, Ms.

Kale is a kind of horticultural plants included in the family of Brassicaceae, *Brassica oleracea* species. The popularity of kale in Indonesia is still lacking because there is less information about the benefits of the plant. Kale is plant that has high economical value. The demand of kale is increase as acknowledge of the society growing but the production of kale not increase as well, so we need a concerted effort to improve its productions. Efforts that can be done is to determine the density of planting for determine population numbers in one area of land. The purpose of determining the density is to make kale obtain and exploit its environment to growing optimally. Urea fertilization can be done to give enough nutrient elements of nitrogen that can improve the growth of its leaves, as the part that can be consumed is its leaves. This research aims to get the effect of the interaction between planting density and urea fertilization to obtain best yields and growth on the kale (*Brassica oleracea* var *acephala*).

This research was held in March to may 2018 in the village of Torongrejo Sub-district Junrejo, Batu. This research using Randomized Block Design Factorial that is composed of two factors. The first factor is the plant density (K) which consists of three levels, namely 20 x 20 cm (K1), 20 x 25 cm (K2) and 25 x 25 cm (K3). As for the second factor is the using of urea fertilizer (N) consisting of three levels, namely urea 100 kg ha⁻¹ (N1), urea 200 kg ha⁻¹ (N2) and urea 300 kg ha⁻¹ (N3). The large number of combination treatment (K x N) is 9 with three times the Deuteronomy 27 thus generating units of the experiment. Variable growth observations conducted include the length of the plant (cm), number of leaves (strands) and chlorophyll index. Observation on the results of the fresh weight among others total per plant (g) and weight of fresh consumption per plant (g). Observations of the environment among other light interception and air temperature. The data obtained from the observations analyzed by using ANOVA analysis range (F test) and the 5% level. If there are any real influence then continued with Least Significance Difference (LSD) on 5% level.

The results of research shows the interaction of different lengths at the treatment plant (17 day after planting) and the number of leaves (24 day after planting) but the interaction does not occur in kales yield variable. The effect of single factors is different in some variables, such as length of plant, number of leaves, fresh weights, weights consumption and light interception. The variable of length of the plants have the longest at the treatment results in a density of 25 cm x 25 cm (K3) respectively on 24, 31, 38, 45 day after planting. Variable number of leaves on 17 day after planting have no different results however at 31, 38, and 45 day after planting there is an effect of treatment with the highest value at the treatment of 25 cm x 25 cm density (K3). Fresh plant weight have the greatest value at the 25 cm x 25 cm density treatment (K3) with 138.68 gram and the lowest value 87.85 grams (K1). Similar with fresh weights, consumption weight also influential with the highest value on the same treatment with a value of 112.06 grams. Intercept sunlight 17 day after planting and 24 day after planting

have no different results, at 31, 38 and 45 day after planting have different results respectively highest value at 25 cm x 25 cm (K3) and their respective values 81.22%, 84.29%, and 87.04%. Urea fertilizer gives effect on the plant length, and leaf chlorophyll index. The length of the plants affected in the 38 and 45 day after planting with the highest value on 300 kg ha⁻¹ urea fertilizer treatment. index has a real influence with the highest Fertilizer urea treatment 300 kg ha⁻¹ (N3) with 52.24 value at 17 day after planting and 54.03 in the 38 day after planting.



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Pengaruh Kerapatan Tanaman dan Dosis Pemupukan Nitrogen Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*)”. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program sarjana strata 1 (S1) setiap mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, motivasi, bimbingan dan doa diantaranya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Nurul Aini, MS. Selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian,
2. Bapak Dr. Ir. Roedy Sulistyono, Ms., selaku dosen pembimbing atas segala nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis,
3. Bapak Dr. Ir. Didik Hariyono, MS. Selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan nasihat terkait penelitian ini,
4. Bapak Moch. Muchlas dan Ibu Aprida Wahyuningsih selaku orangtua, kakak Risqi Ayu, Gustian Ardi, adik Moch Arifin Afif dan Kirana Alisha yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
5. Teman “Happy House” Gitta, Nina, Ratna, Salma, Purwanto, Kiky, Rafi, Magnus, Kahfi dan Bahtiar yang telah menjadi keluarga baru dan yang telah memberikan bantuan, canda, tawa dan kebersamaan,
6. Teman-teman Dimas, Awie, Herna, Nabila, Reza, Dea yang memberikan canda tawanya,
7. Nadia, Diana atas semangat dan doa,
8. Saudara Echa, Winda, Vira untuk bantuan serta waktunya,
9. Semua pihak yang belum dapat disebutkan atas bantuan, dukungan, doa dan semangat dalam proses penelitian serta penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari, bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi

kesempurnaan skripsi. Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, 6 Juni 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pasuruan pada tanggal 6 Juni 1995 sebagai putri kedua dari tiga bersaudara Bapak Moch. Muchlas dan Ibu Aprida Wahyuningsih. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Al-Kautsar Pasuruan pada Tahun 2001 sampai tahun 2007, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 3 Pasuruan tahun 2007 hingga tahun 2010. Setelah itu penulis melanjutkan di SMA Negeri 2 Pasuruan pada tahun 2010 hingga 2013. Melalui jalur SBMPTN tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata I Program Studi Agroekoteknologi Minat Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi pengurus harian HIMADATA (Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian) pada tahun 2016 hingga tahun 2017. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan ALP (Agriculture Leadership Program) pada tahun 2015, Olimpiade Dekan Fakultas Pertanian tahun 2015, serta PRIMORDIA (Program Orientasi dan Pengembangan Keprofesian Budidaya Pertanian) pada tahun 2017.

DAFTAR ISI

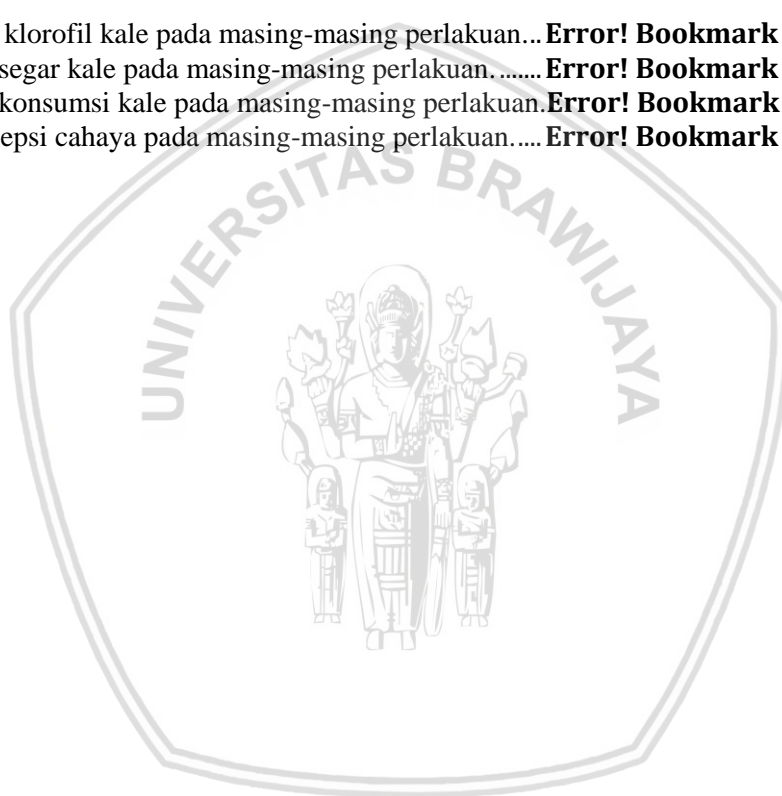
| | Halaman |
|---|-------------------------------------|
| KATA PENGANTAR | 6 |
| DAFTAR ISI..... | 8 |
| DAFTAR GAMBAR | 10 |
| DAFTAR TABEL..... | 11 |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | 12 |
| 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2 Tujuan | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3 Hipotesis | Error! Bookmark not defined. |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Tanaman Kale..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2 Pengaruh Kerapatan Tanaman terhadap Pertumbuhan Tanaman..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.3 Pengaruh Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman. | Error! Bookmark not defined. |
| 2.4 Pengaruh Hubungan Dosis Pupuk Urea dan Kerapatan Tanaman terhadap Pertumbuhan Tanaman | Error! Bookmark not defined. |
| 3. BAHAN DAN METODE | |
| 3.1 Tempat dan Waktu | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2 Alat Dan Bahan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3 Metode Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5 Pengamatan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.6 Analisis Data | Error! Bookmark not defined. |
| 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Hasil..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2 Pembahasan | Error! Bookmark not defined. |
| 5. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | Error! Bookmark not defined. |
| 5.2 Saran..... | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR PUSTAKA | Error! Bookmark not defined. |
| LAMPIRAN..... | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR GAMBAR

| No | Teks | Halaman |
|-----|--|-------------------------------------|
| 1. | Tanaman Kale..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2. | Alat SPAD meter | Error! Bookmark not defined. |
| 3. | Grafik Suhu Maksimum dan Minimum Desa Torongrejo Kecamatan Junrejo Selama Penelitian. | Error! Bookmark not defined. |
| 4. | Pengolahan lahan..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5. | Pembuatan petak..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6. | Penyungkupan awal persemaian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 7. | Bibit umur 10 hari | Error! Bookmark not defined. |
| 8. | Bibit 21 hari..... | Error! Bookmark not defined. |
| 9. | Transplanting | Error! Bookmark not defined. |
| 10. | Pemupukan urea | Error! Bookmark not defined. |
| 11. | Pengukuran intensitas penyinaran | Error! Bookmark not defined. |
| 12. | Tanaman kale siap panen..... | Error! Bookmark not defined. |
| 13. | Kondisi lahan penelitian | Error! Bookmark not defined. |
| 14. | Tanaman kerapatan 20 cm x 20 cm akibat pengaruh pupuk urea..... | Error! Bookmark not defined. |
| 15. | Tanaman kerapatan 20 cm x 25 cm akibat pengaruh pupuk urea..... | Error! Bookmark not defined. |
| 16. | Tanaman kerapatan 25 cm x 25 cm akibat pengaruh pupuk urea..... | Error! Bookmark not defined. |

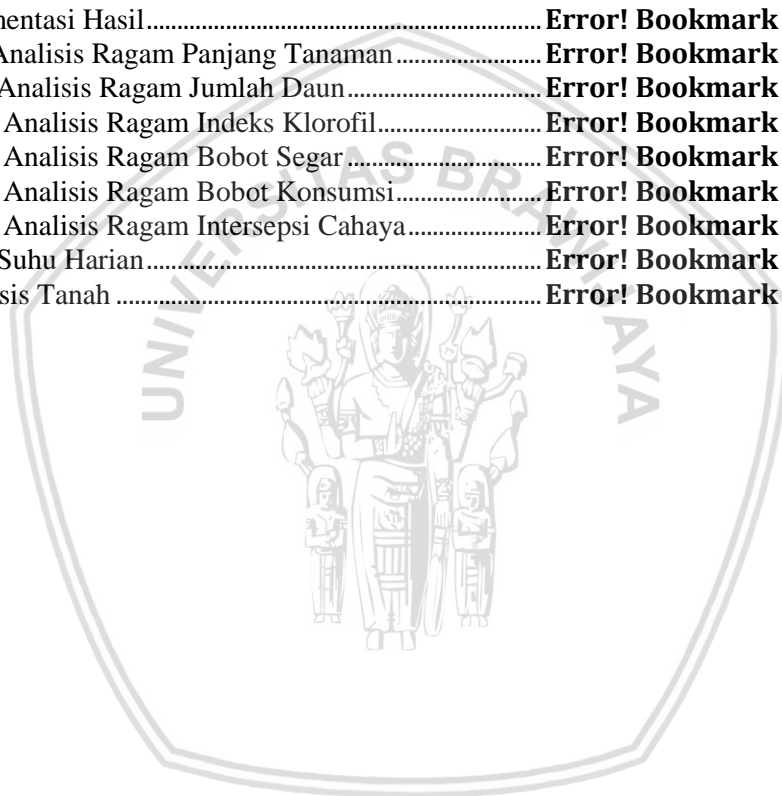
DAFTAR TABEL

| No | Teks | Halaman |
|-----|--|-------------------------------------|
| 1. | Kandungan Nutrisi dalam 100 g kale..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2. | Kombinasi uji kerapatan tanaman dengan pupuk urea..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3. | Interaksi panjang tanaman kale dengan perlakuan kerapatan dan pupuk urea pada umur 17 hst..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4. | Panjang tanaman kale dengan perlakuan kerapatan dan pupuk urea. | Error! Bookmark not defined. |
| 5. | Rata-rata jumlah daun kale dengan perlakuan kerapatan dan pupuk urea pada umur 31 hst..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6. | Jumlah daun kale dengan perlakuan kerapatan dan pupuk urea. | Error! Bookmark not defined. |
| 7. | Indeks klorofil kale pada masing-masing perlakuan... | Error! Bookmark not defined. |
| 8. | Bobot segar kale pada masing-masing perlakuan..... | Error! Bookmark not defined. |
| 9. | Bobot konsumsi kale pada masing-masing perlakuan. | Error! Bookmark not defined. |
| 10. | Intersepsi cahaya pada masing-masing perlakuan..... | Error! Bookmark not defined. |



DAFTAR LAMPIRAN

| No | Teks | Halaman |
|-----|--|-------------------------------------|
| 1. | Denah Percobaan..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2. | Pengambilan sampel tanaman (kerapatan tanaman jarak 20 x 20 cm)..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3. | Pengambilan sampel tanaman (kerapatan tanaman jarak 20 x 25 cm)..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4. | Pengambilan sampel tanaman (Kerapatan tanaman jarak 25 x 25 cm)..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5. | Perhitungan kebutuhan pupuk..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6. | Deskripsi Varietas..... | Error! Bookmark not defined. |
| 7. | Dokumentasi Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 8. | Dokumentasi Hasil..... | Error! Bookmark not defined. |
| 9. | Hasil Analisis Ragam Panjang Tanaman..... | Error! Bookmark not defined. |
| 10. | Hasil Analisis Ragam Jumlah Daun..... | Error! Bookmark not defined. |
| 11. | Hasil Analisis Ragam Indeks Klorofil..... | Error! Bookmark not defined. |
| 12. | Hasil Analisis Ragam Bobot Segar..... | Error! Bookmark not defined. |
| 13. | Hasil Analisis Ragam Bobot Konsumsi..... | Error! Bookmark not defined. |
| 14. | Hasil Analisis Ragam Intersepsi Cahaya..... | Error! Bookmark not defined. |
| 15. | Data Suhu Harian..... | Error! Bookmark not defined. |
| 16. | Analisis Tanah..... | Error! Bookmark not defined. |



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kale adalah jenis tanaman hortikultura yang termasuk dalam famili Brassicaceae (*Brassica oleracea*). *Brassica oleracea* memiliki beberapa jenis diantaranya *B. oleracea* kelompok *italic* (brokoli), *B. oleracea* kelompok *alboglabra* (kalian), *B. oleracea* kelompok *capitata* (kubis), dan *B. oleracea* var *acephala* (Kale). Tampilan fisik kale hampir mirip dengan brokoli dan kubis, namun pada daun sejati kale tidak berbentuk kepala. Warna daunnya hijau atau ungu kebiruan (Arifin, 2016).

Konsumsi kale berhubungan dengan kesehatan manusia diantaranya mampu mengurangi resiko kanker tertentu dan penyakit kardiovaskular. Selain itu kale kaya antioksidan yaitu vitamin E, vitamin C dan karotenoid (Acikgoz, 2011). Namun popularitas tanaman kale di Indonesia masih kurang. Informasi mengenai manfaat tanaman ini juga sedikit sehingga tidak banyak masyarakat yang mengetahui manfaat sayuran yang terkenal di wilayah Eropa ini. Pemasaran tanaman kale biasanya hanya dipasarkan pada pasar modern karena nilai ekonomisnya yang cukup tinggi.

Hingga saat ini, kale lebih banyak diproduksi secara hidroponik oleh petani Indonesia. Petani konvensional masih belum banyak yang membudidayakan tanaman kale akibat benih yang sulit diperoleh dan memiliki harga yang mahal. Selain itu tanaman kale yang berasal dari wilayah Eropa menghendaki lingkungan yang sesuai karena dengan suhu yang tidak sesuai maka pertumbuhan tanaman akan terhambat yang mengakibatkan luas daun lebih kecil sehingga hasil panen lebih rendah dibanding dengan nilai optimalnya.

Menurut Badan Pusat Statistik (2017) data produksi tanaman sayur kale yang tergolong dalam tanaman kubis mengalami perkembangan yang fluktuatif cenderung menurun yaitu 135.837 ton (2012), 151.288 ton (2013), 136.541 ton (2014), dan 118.394 ton (2015). Menurunnya produksi kale tidak sebanding dengan permintaan yang semakin meningkat di setiap harinya. Estimasi pertumbuhan konsumsi sayuran menunjukkan bahwa peningkatan rerata konsumsi per kapita sayuran adalah sebesar 0,7% per tahun, sehingga pada tahun 2050 konsumsi per kapita sayuran diperkirakan akan mencapai 49,63 kg per kapita.

Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2050 sebesar 400 juta orang, maka akan dibutuhkan 19.852.000 ton sayuran untuk memenuhi permintaan konsumsi (Adiyoga, 2009).

Peningkatan produksi sayuran dapat ditempuh melalui peningkatan hasil per satuan luas atau intensifikasi. Penggunaan lahan pertanian yang semakin berkurang menuntut petani untuk lebih bijak dalam menentukan jumlah populasi dalam satu luasan lahan. Dengan ketersediaan lahan yang semakin sedikit menuntut petani untuk melakukan penanaman dengan jarak yang lebih sempit dengan harapan populasi yang lebih banyak akan mendapatkan hasil yang lebih banyak pula. Namun pada nyatanya kerapatan tanaman yang terlalu sempit akan menghasilkan lebih banyak populasi namun pertumbuhan tanaman dinilai kurang optimal akibat adanya kompetisi antar tanaman. Penggunaan kerapatan tanaman yang terlalu lebar dapat mengurangi efisiensi penggunaan lahan sehingga hasil yang didapatkan lebih sedikit. Salah satu upaya yang dapat dilakukan ialah dengan menentukan jumlah populasi dalam satu luasan lahan untuk meningkatkan pertumbuhannya serta mempengaruhi penggunaan unsur-unsur iklim dan efisiensi penggunaan lahan (Hamidah, 2012).

Variasi kerapatan tanaman atau jumlah populasi dalam satu petak harus diperhatikan karena pada hakikatnya kerapatan tanaman merupakan suatu cara untuk memperoleh hasil yang maksimal. Pengaturan kerapatan tanaman ditujukan agar tanaman memperoleh dan memanfaatkan lingkungan tumbuhnya secara optimal. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengamatan Hamidah (2012), pada perlakuan jarak tanam yang semakin lebar menghasilkan saat terbentuknya crops *Brassica oleracea* var *botrytis* yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan jarak tanam yang lebih sempit. Jumlah populasi tanaman dapat dipengaruhi oleh jarak tanam (Wahyudin *et al.*, 2015). Dengan ruang tumbuh yang lebih luas maka daun tanaman leluasa membuka ke samping sehingga memberikan ruang yang mencukupi untuk pertumbuhan dan perkembangan bunga yang lebih baik. Kepadatan per satuan luas dapat diatur hingga pada titik tertentu, namun kepadatan tersebut akan mengakibatkan kompetisi perebutan unsur hara atau nutrisi, cahaya dan air. Apabila kompetisi terjadi secara terus menerus maka pertumbuhan setiap bagian dari tanaman akan terhambat.

Selain jarak tanam, pengaruh pertumbuhan lain yang dapat berpengaruh yaitu kandungan unsur hara. Peningkatan hasil produksi dapat dilakukan dengan cara pemupukan tepat jenis, tepat cara, tepat waktu, tepat tempat dan tepat dosis. Fungsi utama pupuk adalah menyediakan atau menambah unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Unsur hara tersebut kadang-kadang tersedia dalam jumlah yang sedikit, bahkan tidak tersedia sama sekali di dalam tanah. Seperti yang terdapat pada lahan pertanian Desa Pandanrejo Kecamatan Junrejo Kota Batu yang memiliki kandungan unsur hara yang rendah. Keadaan ini mungkin disebabkan karena kondisi tanah memang tidak mengandung unsur hara, pemakaian tanah yang terus menerus tanpa adanya perawatan dan pengolahan tanah yang salah (Amiroh, 2014). Pemupukan nitrogen dibutuhkan oleh kale karena tanaman kale adalah jenis sayuran daun. Penambahan nitrogen dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, penampilan, warna dan hasil tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak tanam dan pemupukan urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*B. oleracea* L. var *acephala*) sehingga dapat dijadikan sebagai bahan acuan data tentang informasi penggunaan kerapatan tanaman dan dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya.

1.2 Tujuan

Untuk mendapatkan interaksi antara kerapatan tanaman dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman kale (*Brassica oleracea* var *acephala*).

1.3 Hipotesis

Interaksi kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm dan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ memberikan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*Brassica oleracea* var *acephala*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kale

Kale tergolong pada jenis tanaman hortikultura sayuran. Sebagai sayuran daun, kale dapat meningkatkan kesehatan melalui berbagai kandungan yang ada di dalamnya. Pada umumnya kale dibudidayakan di Eropa Utara, Eropa Tengah dan Amerika Utara (Neugart *et al.*, 2012). Sejenis dengan brokoli dan kubis, kale tergolong pada famili Brassicaceae. Di Indonesia terdapat beberapa jenis tanaman kale yang sudah beredar di pasaran masyarakat diantaranya *Green Dwarf Curly*, *Nero Di Toscana*, dan *Red Rusian*. Jenis-jenis tanaman kale dibedakan berdasarkan bentuk daun masing-masing tanaman.



Gambar 1. Tanaman Kale (Kraft dan Ara, 2007; Arifin, 2016).

Kale dinilai sebagai sayuran yang bernilai ekonomis tinggi. Tanaman kale belum banyak di budidayakan secara konvensional. Masih banyak masyarakat yang tidak mengetahui manfaat serta kandungan di dalam tanaman kale. Nutrisi dalam tanaman kale tercantum pada Tabel 1. Dengan kandungan nutrisi yang tersedia maka tanaman kale mampu memberikan manfaat bagi kehidupan dan kesehatan manusia.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi dalam 100 g kale (Rana dan Mamata, 2007).

| Kandungan | Nilai | Kandungan | Nilai |
|-----------------|-------|----------------|-------|
| Air (g) | 91,2 | Potasium (mg) | 3,47 |
| Karbohidrat (g) | 7,2 | Zat besi (ppm) | 684 |
| Protein (g) | 3,9 | Sulfur (mg) | 1,04 |
| Lemak (g) | 0,6 | Vitamin A (IU) | 20000 |
| Kalsium (mg) | 2,16 | Tiamin (mg) | 63 |
| Phospor (mg) | 0,62 | Vitamin C (mg) | 187 |

Tanaman kale dapat tumbuh di dataran medium hingga dataran tinggi atau wilayah pegunungan dengan ketinggian 300-1.900 m dpl. Ketinggian tempat yang ideal untuk pertumbuhan kale adalah 700-1.300 m dpl (Samadi, 2013). Kale memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan suhu lingkungan yang tidak sesuai. Rubatzky dan Yamaguchi (1998) menyatakan bahwa kale menyukai suhu rendah pada 15-23 °C khususnya pada saat tanaman menjelang masa panen. Kelembaban udara yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman akibat dari mudahnya tanaman terserang oleh hama dan penyakit. Kelembaban yang di kehendaki oleh kale ialah 60-90%. Selain itu kelembaban udara yang terlalu rendah dapat menghasilkan tanaman yang berkualitas rendah akibat terhambatnya pertumbuhan (Samadi, 2013). Faktor cahaya matahari terhadap pertumbuhan kale mampu mempengaruhi perkembangan fase vegetatif seperti batang dan daun.

2.2 Pengaruh Kerapatan Tanaman terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengaturan jarak tanam atau populasi tanaman mempengaruhi tingkat kompetisi antar tanaman terhadap faktor pertumbuhan. Populasi tanaman menentukan kepadatan tanaman dan berhubungan erat dengan hasil tanaman. Dengan jarak tanam rapat maka nilai indeks luas daun akan semakin tinggi jika dibandingkan dengan jarak tanam yang lebar, karena indeks luas daun adalah luas daun total tanaman persatuan luas tanam (Lorina *et al.*, 2015). Berat kering total tanaman akan meningkat bila jumlah populasi tanaman meningkat yang disertai dengan peningkatan indeks luas daun (ILD) (Widana *et al.*, 2016).

Tujuan pengaturan kerapatan tanaman atau jumlah populasi ialah untuk mendapatkan ruang tumbuh yang baik bagi tanaman guna menghindari persaingan unsur hara, air dan sinar matahari. Populasi tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil tanaman. Peningkatan hasil dapat diupayakan melalui pengaturan kerapatan tanaman hingga mencapai populasi optimal. Erwin *et al.* (2015) menyatakan bahwa jumlah populasi merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena penyerapan energi matahari oleh permukaan daun sangat menentukan pertumbuhan tanaman. Semakin rapat suatu populasi tanaman maka semakin sedikit jumlah intensitas cahaya matahari yang didapat oleh tanaman dan semakin tinggi tingkat kompetisi antar tanaman untuk

mendapatkan sinar matahari tersebut. Tujuannya adalah untuk mendapatkan ruang tumbuh yang baik bagi pertumbuhan tanaman guna menghindari persaingan unsur hara dan sinar matahari, mengetahui jumlah benih yang diperlukan, serta mempermudah dalam pemeliharaan terutama dalam penyiangan. Jarak tanam dapat mempengaruhi hasil, karena dengan populasi tanaman yang berbeda akan menghasilkan pertumbuhan tanaman yang berbeda pula. Rekomendasi jarak tanam untuk menentukan jumlah populasi tergantung pada jenis tanaman, kondisi iklim dan tingkat kandungan hara tanah. Jarak tanam berkaitan dengan kerapatan tanaman. Penggunaan jarak tanam yang rapat akan meningkatkan jumlah populasi dalam suatu luasan lahan, namun kompetisi terhadap lingkungan tumbuh juga semakin besar. Kompetisi yang intensif antar tanaman dapat mempengaruhi morfologi tanaman sehingga perkembangan tanaman menjadi terganggu.

Dengan adanya ruang tumbuh yang cukup untuk penerimaan sinar matahari pada setiap tanaman serta dengan jarak tanam yang mencukupi untuk pertumbuhan dan perkembangan akar, maka akar tanaman yang satu tidak dapat memasuki sistem perakaran tanaman yang lainnya yang mengakibatkan penyerapan unsur hara menjadi lebih baik. Jarak tanam yang kurang lebar menyebabkan terjadinya persaingan dalam pemanfaatan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Penelitian Hamidah (2012) menunjukkan hasil perlakuan jarak tanam berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan diameter tajuk tanaman dimana perlakuan terbaik pada perlakuan k_3 yang diduga dengan jarak tanam yang lebih lebar memberikan ruang tumbuh yang lebih baik terutama dalam pemanfaatan sinar matahari dan unsur hara sehingga pertumbuhan daun tanaman dapat menjadi lebih panjang jika dibandingkan dengan pertumbuhan daun tanaman dengan jarak tanam yang lebih sempit. Lorina *et al.* (2015) berpendapat bahwa jarak tanam yang optimum akan memberikan pertumbuhan bagian atas tanaman yang baik sehingga dapat memanfaatkan lebih banyak cahaya matahari dan pertumbuhan bagian akar yang juga baik sehingga dapat memanfaatkan lebih banyak unsur hara.

Namun pada jarak yang terlalu sempit mungkin tanaman budidaya akan memberikan hasil yang relatif kurang karena adanya kompetisi antar tanaman itu sendiri. Oleh karena itu dibutuhkan jarak tanam yang optimum untuk

memperoleh hasil yang maksimum. Pemberian pupuk kandang dan pengaturan jarak tanam merupakan suatu alternatif yang perlu dipertimbangkan dalam usaha meningkatkan hasil tanaman, sehingga perlu diketahui secara pasti peranan masing-masing faktor dalam mempengaruhi komponen pertumbuhan, komponen hasil dan kemampuan tanaman bersaing dengan gulma. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui dosis pupuk kandang dan jarak tanam yang tepat, sehingga kerugian yang disebabkan oleh gulma dapat ditekan sekecil mungkin yang pada akhirnya akan diperoleh hasil tanaman yang lebih tinggi.

Hasil pengamatan yang dilakukan Erwin *et al.* (2015) menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam berpengaruh nyata pada pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat crop, tetapi tidak berpengaruh terhadap diameter crop kubis. Jarak tanam diusahakan teratur agar tanaman memperoleh ruang tumbuh yang seragam, dan dalam pemeliharaan lebih mudah serta mempermudah dalam melakukan penyiangan jarak tanam sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan pembentukan krop, pengaturan jarak tanam disesuaikan dengan varietas yang ditanam. jarak tanam yang terlalu rapat meningkatkan kelembapan disekitar tanaman, keadaan ini dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan organisme pengganggu, selain itu juga berpengaruh pula terhadap penerimaan sinar matahari pada setiap tanaman sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman kubis.

2.3 Pengaruh Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman

Bagian tanaman kale yang bernilai ekonomis adalah daun maka upaya peningkatan produksi diusahakan pada peningkatan produk vegetatif, sehingga untuk mendukung upaya tersebut dilakukan pemupukan (Sarif *et al.*, 2015). Tanaman kale memerlukan unsur hara yang cukup dan tersedia bagi pertumbuhan dan perkembangannya untuk menghasilkan produksi yang maksimal. Salah satu unsur hara yang sangat berperan pada pertumbuhan daun adalah Nitrogen. Nitrogen ini berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, sehingga daun tanaman menjadi lebih lebar, berwarna lebih hijau dan lebih berkualitas (Wahyudi, 2010). Salah satu sumber N yang banyak digunakan adalah Urea dengan kandungan 45% N, sehingga baik untuk proses pertumbuhan tanaman kale khususnya tanaman yang dipanen daunnya. Selain itu pupuk Urea mempunyai

sifat higroskopis mudah larut dalam air dan bereaksi cepat, sehingga cepat pula diserap oleh akar tanaman. Dosis urea yang diaplikasikan pada tanaman akan menentukan pertumbuhan tanaman (Lingga dan Marsono, 2013). Pemberian nitrogen yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan sintesis protein, pembentukan klorofil yang menyebabkan warna daun menjadi lebih hijau dan meningkatkan ratio pucuk akar.

Menurut Tambunan *et al.* (2013), pupuk nitrogen bila bereaksi dengan air akan mudah melarut sehingga akan mempermudah akar-akar tanaman untuk menyerapnya, dimana unsur N mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman serta mempertinggi penyerapan unsur hara lainnya. Pemberian nitrogen yang sesuai dengan kebutuhan tanaman berperan dengan baik pada proses metabolisme yakni dalam fotosintesis maupun respirasi untuk menghasilkan glukosa dan energi dalam membentuk bagian vegetatif berupa daun dan klorofil, sehingga pertumbuhan serta perkembangan tanaman mendorong pembesaran sel dan membentuk klorofil (Tambunan *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Sarif *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian pupuk urea berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, hasil bobot segar dan bobot kering tanaman. Fungsi dari pada unsur nitrogen pada tanaman adalah (1) meningkatkan pertumbuhan vegetative tanaman, (2) meningkatkan kadar protein dalam tanah, (3) meningkatkan tanaman penghasil dedaunan seperti sayuran dan rerumputan ternak, (4) meningkatkan perkembangbiakan mikroorganisme dalam tanah, (5) berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman.

Wahyudin *et al.* (2015) menyebutkan bahwa Nitrogen merupakan satu unsur hara makro esensial bagi tanaman yang diperlukan dalam pembentukan dan pertumbuhan vegetative tanaman. Fungsi Nitrogen untuk tanaman sayuran yaitu sebagai penyusun protein, untuk pertumbuhan pucuk tanaman dan menyuburkan pertumbuhan vegetative sehingga sesuai untuk tanaman sayuran daun seperti kale.

2.4 Pengaruh Hubungan Dosis Pupuk Urea dan Kerapatan Tanaman terhadap Pertumbuhan Tanaman

Faktor yang dapat mempengaruhi besarnya indeks luas daun antara lain adalah jarak tanam dan penyediaan unsur hara nitrogen. Kerapatan tanaman secara langsung dapat mempengaruhi kerapatan populasi suatu tanaman. Nitrogen

adalah salah satu unsur hara makro esensial bagi tanaman yang diperlukan dalam pembentukan dan pertumbuhan vegetatif tanaman dan sebagai bahan dasar penyusunan protein serta pembentukan klorofil.

Nitrogen menjadi unsur penting dalam pertumbuhan tanaman. Pada nilai jarak tanam tertentu, nitrogen dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman (Sarif *et al.*, 2015). Hasil penelitian Wahyudin *et al.* (2015) menunjukkan hasil pemberian berbagai dosis pupuk pada kerapatan tanaman berbeda memberikan pengaruh terhadap indeks luas daun, jumlah baris biji per tongkol, bobot biji pipilan kering per petak, bobot biji pipilan kering per hektar, dan indeks panen. Pernyataan yang sama juga disampaikan dalam hasil penelitian Hamidah (2012) dimana kombinasi perlakuan jumlah populasi dan dosis pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Kombinasi perlakuan kerapatan tanaman dan pupuk yang sesuai menghasilkan pertumbuhan yang terbaik diduga dengan perlakuan jarak tanam tersebut telah cukup memberikan ruang tumbuh yang memadai bagi tanaman sehingga tidak terjadi kompetisi dalam hal penggunaan sinar matahari dan unsur hara. Selain itu, dengan perlakuan dosis pupuk sesuai perlakuan tersebut telah mampu menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang bagi tanaman. Dengan ruang tumbuh yang cukup untuk perkembangan akar sehingga pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman yang satu tidak dapat masuk ke dalam sistem perakaran tanaman yang lainnya sehingga penyerapan unsur hara oleh tanaman menjadi lebih baik. Cahyono (2001) menyatakan dengan pengaturan jarak tanam maka tanaman tidak dapat saling berebut dalam penggunaan zat hara karena akar tanaman yang satu tidak dapat masuk ke dalam sistem perakaran tanaman yang lainnya serta berpengaruh dalam penggunaan unsur-unsur iklim dan efisiensi dalam penggunaan tanah. Kemudian diperjelas oleh Winarso (2005), produksi tanaman baik *shoot* maupun *root* akan meningkat hingga batas tertentu sesuai dengan penambahan suplai hara / air, akan tetapi apabila suplai unsur hara / air terus meningkat hingga melebihi kebutuhan hara produksi tanaman akan turun.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Torongrejo Kecamatan Junrejo, Kota Batu pada bulan Maret 2018 – Mei 2018.

3.2 Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, meteran, tugal, gembor, timbangan analitik, thermometer max-min, lux meter, papan label, kamera digital dan alat tulis. Bahan yang diperlukan adalah pupuk kompos, pupuk anorganik urea, KCl, SP36, air dan benih kale dengan jenis *kale curly*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu kerapatan tanaman (K) dan pupuk urea (N) dengan tiga taraf. Perlakuan kerapatan tanaman adalah:

K1 : 20 cm x 20 cm

K2 : 20 cm x 25 cm

K3 : 25 cm x 25 cm

Perlakuan pupuk urea pada kale adalah:

N1 : 100 kg urea ha⁻¹

N2 : 200 kg urea ha⁻¹

N3 : 300 kg urea ha⁻¹

Kombinasi kedua faktor dengan tiga kali ulangan tersebut didapatkan hasil total 27 satuan percobaan. Kombinasi dalam setiap percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi uji kerapatan tanaman dengan pupuk urea.

| Kerapatan Tanaman | Dosis Pupuk Urea | | |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | N1 (100 kg ha ⁻¹) | N2 (200 kg ha ⁻¹) | N3 (300 kg ha ⁻¹) |
| K1 (20x20 cm) | K1N1 | K1N2 | K1N3 |
| K2 (20x25 cm) | K2N1 | K2N2 | K2N3 |
| K3 (25x25 cm) | K3N1 | K3N2 | K3N3 |

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Lahan

Lahan yang digunakan dilakukan pengolahan tanah dengan di cangkul. Pembalikan bertujuan untuk membersihkan gulma di permukaan tanah, menggemburkan tanah, dan pembuatan bedengan sesuai dengan petak-petak percobaan. Bedengan dibuat setinggi 30 cm. Bedengan dibuat lebih tinggi karena pada saat terjadi hujan tidak menggenangi lahan dan menghindari pembusukan akar. Petak percobaan sebanyak 27 petak ini dibuat dengan ukuran 150 cm x 150 cm

3.4.2 Penanaman Kale

Penanaman menggunakan benih *Green Dwarf Curly Kale*. Penanaman diawali dengan persemaian benih yang membutuhkan waktu hingga 21 hari. Persemaian dilakukan pada media tanah dan kemudian di tutup menggunakan plastik agar tidak mudah hanyut ketika turun hujan. Pengontrolan dilakukan setiap hari dengan menyiram media menggunakan sistem *spray*. Setelah 21 hari atau setelah tanaman memiliki daun sebanyak 3-4 helai maka tanaman dapat dipindahkan ke lahan penanaman. Setiap lubang tanam diisi dengan 1 bibit tanaman kale dengan jarak tanam sesuai perlakuan kerapatan tanaman.

3.4.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman kale meliputi, penyulaman, pengairan, pemupukan, dan pengendalian hama penyakit tanaman.

1. Penyulaman

Penanaman kale memiliki kemungkinan adanya benih kale yang tidak tumbuh. Oleh karena itu harus dilakukan proses penyulaman atau mengganti benih yang tidak tumbuh dengan benih yang telah disemai terlebih dahulu. Proses penyulaman harus dilakukan sebelum tanaman mencapai 14 hari setelah tanam agar umur tanaman awal dengan tanaman hasil penyulaman memiliki umur yang tidak berbeda jauh. Pada umumnya penyulaman akan dilakukan ketika terdapat benih yang tidak tumbuh atau rusak.

2. Penyiraman atau pengairan

Media tanam untuk menanam benih kale harus memiliki kelembaban yang cukup agar benih kale dapat mulai berkecambah dan tumbuh dengan baik. Pada

musim hujan, air yang turun biasanya mampu mencukupi kebutuhan air yang diperlukan oleh tanaman kale. Di musim kemarau atau saat hujan turun tak menentu, siraman tambahan merupakan perlakuan yang penting. Penyiraman dapat dilakukan dengan memanfaatkan air yang mengalir di lahan penanaman, digenangkan pada parit lalu disiram menggunakan ember pada petak penanaman dan dilakukan setiap pagi atau sore hari.

3. Pemupukan

Pupuk yang digunakan untuk *Brassica oleracea* ialah urea yang diberikan sesuai dengan perlakuan pupuk urea yaitu $N1 = 22,5$ gram urea per petak, $N2 = 45$ gram urea per petak, $N3 = 67,5$ gram urea per petak (Lampiran 5). Pemupukan urea diberikan 2 kali yaitu pada 9 hst dan 14 hst. Cara yang dilakukan pada pemupukan kali ini ialah dengan cara tugal dan dilakukan saat pagi atau sore hari.

Pemupukan lain yang diberikan yaitu SP36 225 kg ha^{-1} dan KCL 225 kg ha^{-1} . Pupuk SP36 dan KCL diberikan pada 9 hari setelah tanam dengan cara yang sama yaitu tugal saat pagi atau sore hari.

4. Penyiangan

Penyiangan gulma di sekitar tanaman mulai dilakukan setelah bibit dipindahkan. Gulma yang tumbuh biasanya berjenis rumput liar. Penyiangan dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan atau dengan bantuan alat. Pencabutan gulma harus disertakan dengan akar untuk mengurangi kemungkinan gulma tumbuh kembali di sekitar tanaman. Penyiangan dilakukan setiap minggu.

5. Pengendalian Hama dan Penyakit

Organisme pengganggu tanaman dapat merugikan hasil produksi tanaman budidaya. Hama yang biasanya menyerang tanaman sayur daun ialah ulat daun (*Plutella xylostella* L.) , ulat grayak (*Spodoptera* sp.) dan kutu daun (*Aphis brassicae*). Pengendalian hama yang dilakukan yaitu dengan mengambil hama secara manual menggunakan tangan dan membuang bagian tanaman yang terserang oleh hama. Apabila serangan hama dirasa terlalu banyak sehingga menurunkan kualitas tanaman maka dilakukan pengendalian secara kimiawi yaitu dengan pestisida.

3.4.4 Panen

Pemanenan dapat dilakukan saat tanaman berumur 50-60 hari setelah tanam. Selain berdasarkan umurnya, kriteria siap panen dapat dilakukan dengan melihat keadaan fisik tanaman seperti warna, bentuk, dan ukuran daun. Apabila daun terbawah sudah mulai menguning maka tanaman harus secepatnya dipanen. Hal tersebut menandakan tanaman mulai memasuki fase generatif atau akan berbunga (Haryanto *et al.*, 2007). Nofriati dan Renie (2013) menyatakan panen dimulai pada pukul 7.00 pagi. Tanaman yang dipanen adalah yang telah berumur 50-60 hari setelah tanam dengan indeks panen daun berwarna hijau terang, tekstur batang tegar dan lebar daun berkisar 12-19 cm.

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap 2 aspek yaitu pengamatan tanaman kale (agronomi) dan pengamatan meteorologis. Pengamatan pada tanaman kale dilakukan dengan parameter pertumbuhan, panen, dan lingkungan.

3.5.1 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan agronomi dilakukan dengan cara non-destruktif dan panen. Pengamatan dilakukan pada 17, 24, 31, 38 dan 45 hst. Variabel pengamatan diantaranya :

1. Panjang Tanaman (cm) : pengukuran dimulai dari pangkal batang di permukaan tanah hingga daun terpanjang tanaman.
2. Jumlah Daun (Helai) : menghitung jumlah daun yang telah membuka sempurna pada tanaman sampel.
3. Indeks klorofil : pengukuran dilakukan menggunakan alat SPAD meter dengan menjepitkan daun pada alat.



Gambar 2. Alat SPAD meter (dokumentasi pribadi)

3.5.2 Pengamatan Hasil Tanaman

Pengamatan hasil tanaman kale dilakukan pada saat panen. Parameter yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Bobot segar total per tanaman (g)

Pengamatan bobot segar tanaman bertujuan untuk mengetahui berat massa tanaman segar setelah petik untuk dibandingkan dengan perlakuan lain sehingga dapat diketahui perlakuan yang paling sesuai. Dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman mulai dari akar, batang, dan daun.

2. Bobot Konsumsi per Tanaman (g)

Hasil pengamatan diperoleh dengan menimbang bobot bagian ekonomis tanaman atau bagian yang dikonsumsi yaitu bagian daun kale.

3.5.3 Pengamatan Meteorologi

1. Intersepsi cahaya (Lux)

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Lux Meter yang diletakkan di bagian permukaan permukaan tanah. Regazzoni, *et al.* (2015) menyatakan bahwa presentase hasil intersepsi cahaya dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Ei = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Keterangan :

Ei = nilai intersepsi cahaya

A = energi matahari yang jatuh (di atas kanopi)

B = energi matahari yang lolos (di bawah kanopi)

2. Suhu Udara

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat thermometer max min. Pada alat ini akan tercantum data suhu maksimum dan suhu minimum di setiap harinya.

3.6 Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam ANOVA (uji F) Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara Faktorial (Tabel 2) pada taraf 5%. Bila hasil pengujian diperoleh pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5 %.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Panjang Tanaman

Hasil analisis ragam selama pertumbuhan dengan parameter panjang tanaman menunjukkan adanya interaksi antar perlakuan pada 17 hst namun tidak terdapat interaksi pada 24, 31, 38, dan 45 hst (Lampiran 9). Perlakuan kerapatan tanaman berpengaruh nyata pada semua umur pengamatan. Perlakuan pupuk urea berpengaruh pada umur pengamatan 38 dan 45 hst. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan kerapatan dan pupuk urea terhadap panjang tanaman kale telah tercantum pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Interaksi perlakuan kerapatan dan pupuk urea terhadap panjang tanaman kale pada umur 17 hst.

| Perlakuan | Panjang tanaman (cm) | | |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | N1 (100 kg ha ⁻¹) | N2 (200 kg ha ⁻¹) | N3 (300 kg ha ⁻¹) |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 14.55 ab | 16.21 bcd | 17.15 cd |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 15.50 abc | 14.21 a | 17.50 d |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 17.57 d | 17.64 d | 17.04 cd |
| BNT 5% | | 1.86 | |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan saat umur pengamatan pada 17 hst menunjukkan interaksi antara perlakuan kerapatan tanaman dengan pupuk urea. Kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm dan pupuk urea 200 kg ha⁻¹ memberikan pengaruh lebih tinggi terhadap panjang tanaman dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa panjang tanaman pada umur pengamatan 24 hst dengan perlakuan kerapatan tanaman 20 cm x 25 cm berbeda dengan kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm namun sama dengan perlakuan 20 cm x 20 cm. Pada umur tanaman 31 hst, perlakuan kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm memberikan pengaruh tanaman yang lebih tinggi dan berbeda dengan perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm dan 20 cm x 25 cm. Ketika 38 hst pada perlakuan kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm berbeda dengan kerapatan 20 cm x 20 cm dan menghasilkan tanaman yang lebih panjang. Perlakuan dosis pupuk urea 300 kg ha⁻¹ memberikan pengaruh terhadap panjang tanaman yang lebih panjang dan berbeda dengan perlakuan pupuk urea 200 kg ha⁻¹. Pengamatan 45 hst perlakuan

pupuk urea 300 kg ha⁻¹ menunjukkan hasil tanaman yang lebih panjang dan berbeda dengan perlakuan pupuk 100 kg urea ha⁻¹ dan 200 kg urea ha⁻¹.

Tabel 4. Rata-rata panjang tanaman kale pada perbedaan kerapatan tanam dan pupuk urea.

| Perlakuan | Panjang tanaman (cm) | | | |
|-------------------------------|----------------------|---------|----------|---------|
| | 24 hst | 31 hst | 38 hst | 45 hst |
| Kerapatan | | | | |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 19.10 ab | 20.91 a | 24.00 a | 26.86 a |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 18.17 a | 21.30 a | 24.77 ab | 28.83 b |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 20.42 b | 23.14 b | 26.20 b | 29.44 b |
| BNT 5% | 1.45 | 1.70 | 1.57 | 1.62 |
| Urea | | | | |
| N1 (100 kg ha ⁻¹) | 18.43 | 21.09 | 24.63 ab | 27.88 a |
| N2 (200 kg ha ⁻¹) | 19.31 | 21.35 | 24.11 a | 27.54 a |
| N3 (300 kg ha ⁻¹) | 19.95 | 22.91 | 26.23 b | 29.71 b |
| BNT 5% | tn | tn | 1.57 | 1.62 |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

4.1.2 Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara kerapatan tanam dan pupuk urea terhadap jumlah daun per tanaman pada 24 hst dan tidak terjadi interaksi pada 17, 31, 38 dan 45 hst (Lampiran 10). Perlakuan kerapatan tanaman tidak memberikan pengaruh saat tanaman berumur 17 hst, namun pada 24 hst, 31 hst, 38 hst dan 45 hst kerapatan tanaman berpengaruh terhadap jumlah daun per tanaman kale. Perlakuan pupuk urea tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun per tanaman kecuali pada tanaman usia 24 hst. Hasil pengamatan jumlah daun per tanaman telah tercantum pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Interaksi perlakuan kerapatan dan pupuk urea terhadap jumlah daun per tanaman kale pada umur 24 hst.

| Perlakuan | Jumlah daun per tanaman (helai) | | |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | N1 (100 kg ha ⁻¹) | N2 (200 kg ha ⁻¹) | N3 (300 kg ha ⁻¹) |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 6.50 a | 6.33 a | 6.17 a |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 6.58 a | 6.83 ab | 7.50 bc |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 6.50 a | 7.92 c | 7.42 bc |
| BNT 5% | 0.60 | | |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Pada Tabel 5 menunjukkan pengamatan jumlah daun per tanaman pada 24 hst terdapat interaksi antara kerapatan tanaman dan pupuk urea dengan jumlah

daun per tanaman yang lebih banyak pada perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm dan pupuk urea 200 kg ha⁻¹. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan kerapatan 20 cm x 25 cm dengan 300 kg urea ha⁻¹ dan kerapatan 25 cm x 25 cm dengan 300 kg urea ha⁻¹.

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun per tanaman kale pada perbedaan kerapatan tanam dan pupuk urea.

| Perlakuan | Jumlah daun per tanaman (helai) | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
| | 17 hst | 31 hst | 38 hst | 45 hst |
| Kerapatan | | | | |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 6.25 | 8.86 a | 9.33 a | 11.31 a |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 6.58 | 9.25 ab | 10.69 b | 12.03 b |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 6.72 | 10.11 b | 10.97 b | 13.03 c |
| BNT 5% | tn | 0.87 | 0.67 | 0.44 |
| Urea | | | | |
| N1 (100 kg ha ⁻¹) | 6.17 | 9.19 | 9.97 | 11.81 |
| N2 (200 kg ha ⁻¹) | 6.64 | 9.53 | 10.47 | 12.22 |
| N3 (300 kg ha ⁻¹) | 6.75 | 9.50 | 10.56 | 12.33 |
| BNT 5% | tn | tn | tn | tn |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Hasil analisis ragam parameter jumlah daun per tanaman pada Tabel 6 menunjukkan perlakuan kerapatan tidak berpengaruh pada jumlah daun per tanaman kale saat 17 hst. Perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm menghasilkan jumlah daun per tanaman yang lebih banyak pada umur pengamatan 31, 38 dan 45 hst. Perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm berbeda dengan perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm saat umur pengamatan 31 hst. Pada 38 hst perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm berbeda dengan kerapatan 20 cm x 25 cm dan kerapatan 25 cm x 25 cm. Jumlah daun per tanaman memberikan pengaruh yang berbeda pada setiap perlakuan pada umur tanaman 45 hst. Perlakuan pupuk urea tidak memberikan pengaruh pada tiap umur pengamatan, namun jumlah daun yang lebih banyak terdapat pada perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹.

4.1.3 Indeks Klorofil

Hasil analisis ragam selama pertumbuhan dengan parameter indeks klorofil tidak menghasilkan interaksi antara perlakuan kerapatan tanaman dan pupuk urea. Perlakuan kerapatan tidak memberikan pengaruh yang berbeda pada parameter indeks klorofil namun pada perlakuan pupuk urea ditemukan adanya

pengaruh antar perlakuan (Lampiran 11). Hasil pengamatan indeks klorofil per tanaman kale tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Indeks klorofil per tanaman kale pada perbedaan kerapatan tanaman dan pupuk urea.

| Perlakuan | Indeks Klorofil per tanaman | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------|
| | 17 hst | 38 hst |
| Kerapatan | | |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 50.42 | 52.44 |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 48.28 | 51.55 |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 47.99 | 51.64 |
| BNT 5% | tn | tn |
| Urea | | |
| N1 (100 kg ha ⁻¹) | 46.10 a | 49.80 a |
| N2 (200 kg ha ⁻¹) | 48.35 b | 51.80 a |
| N3 (300 kg ha ⁻¹) | 52.24 c | 54.03 b |
| BNT 5% | 2.23 | 2.04 |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Tabel 7 menunjukkan hasil analisis ragam parameter indeks klorofil dengan perlakuan kerapatan yang tidak berpengaruh. Nilai indeks klorofil yang lebih besar didapat pada perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm. Sedangkan pada perlakuan pupuk urea terdapat pengaruh dengan nilai indeks klorofil yang lebih besar didapat pada perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹. Perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ berbeda dengan pupuk urea 100 kg ha⁻¹ maupun dengan pupuk urea 200 kg ha⁻¹ pada umur pengamatan 17 hst. Pada 38 hst perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ memiliki pengaruh yang berbeda dengan perlakuan pupuk urea 100 kg ha⁻¹ dan 200 kg ha⁻¹.

4.1.4 Bobot Segar

Hasil analisis ragam selama penelitian dengan parameter bobot segar per tanaman tidak menghasilkan ineraksi antara perlakuan kerapatan tanaman dan pupuk urea. Perlakuan kerapatan berpengaruh pada bobot segar per tanaman dan tidak berpengaruh pada perlakuan pupuk urea (Lampiran 12). Hasil pengamatan bobot segar kale tercantum pada Tabel 8.

Hasil analisis ragam parameter bobot segar per tanaman dengan perlakuan kerapatan menunjukkan hasil bobot yang lebih tinggi pada kerapatan 25 cm x 25 cm. Hasil tersebut berbeda dengan perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm maupun dengan kerapatan 20 cm x 25 cm. Perlakuan pupuk urea tidak berpengaruh pada

bobot konsumsi per tanaman. Perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ memberikan hasil yang lebih tinggi dari perlakuan 100 kg urea ha⁻¹ dan 200 kg ha⁻¹.

Tabel 8. Bobot segar per tanaman kale pada perbedaan kerapatan tanaman dan pupuk urea.

| Perlakuan | Bobot segar per tanaman (g) |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Kerapatan | |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 87.85 a |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 108.49 b |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 138.68 c |
| BNT 5% | 12.9 |
| Urea | |
| N1 (100 kg ha ⁻¹) | 103.25 |
| N2 (200 kg ha ⁻¹) | 114.21 |
| N3 (300 kg ha ⁻¹) | 117.57 |
| BNT 5% | tn |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

4.1.5 Bobot Konsumsi.

Hasil analisis ragam selama penelitian dengan parameter bobot konsumsi tidak menunjukkan pengaruh antar perlakuan namun berpengaruh pada perlakuan kerapatan dan tidak berpengaruh pada perlakuan pupuk urea (Lampiran 13). Hasil pengamatan bobot konsumsi per tanaman kale tercantum pada Tabel 9.

Tabel 9. Bobot konsumsi per tanaman kale pada perbedaan kerapatan tanaman dan pupuk urea.

| Perlakuan | Bobot konsumsi per tanaman (g) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Kerapatan | |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 71.22 a |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 87.52 b |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 112.06 c |
| BNT 5% | 12.22 |
| Urea | |
| N1 (100 kg ha ⁻¹) | 81.48 |
| N2 (200 kg ha ⁻¹) | 93.73 |
| N3 (300 kg ha ⁻¹) | 95.60 |
| BNT 5% | tn |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Hasil analisis ragam parameter bobot konsumsi per tanaman pada Tabel 9 dengan perlakuan kerapatan menunjukkan bobot konsumsi menghasilkan pengaruh dengan bobot lebih tinggi pada perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm yang berbeda dengan perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm maupun dengan kerapatan 20 cm x 25 cm. perlakuan pupuk urea tidak memberikan pengaruh pada

komponen hasil bobot segar konsumsi per tanaman. Perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ memberikan bobot yang lebih besar dibandingkan dengan bobot konsumsi perlakuan pupuk urea 100 kg ha⁻¹ dan 200 kg ha⁻¹.

4.1.6 Intersepsi Cahaya

Hasil analisis ragam selama pertumbuhan dengan parameter intersepsi cahaya tidak menghasilkan interaksi namun berpengaruh pada perlakuan kerapatan dan tidak berpengaruh pada perlakuan pupuk urea (Lampiran 14). Hasil pengamatan intersepsi cahaya tanaman kale tercantum pada Tabel 10.

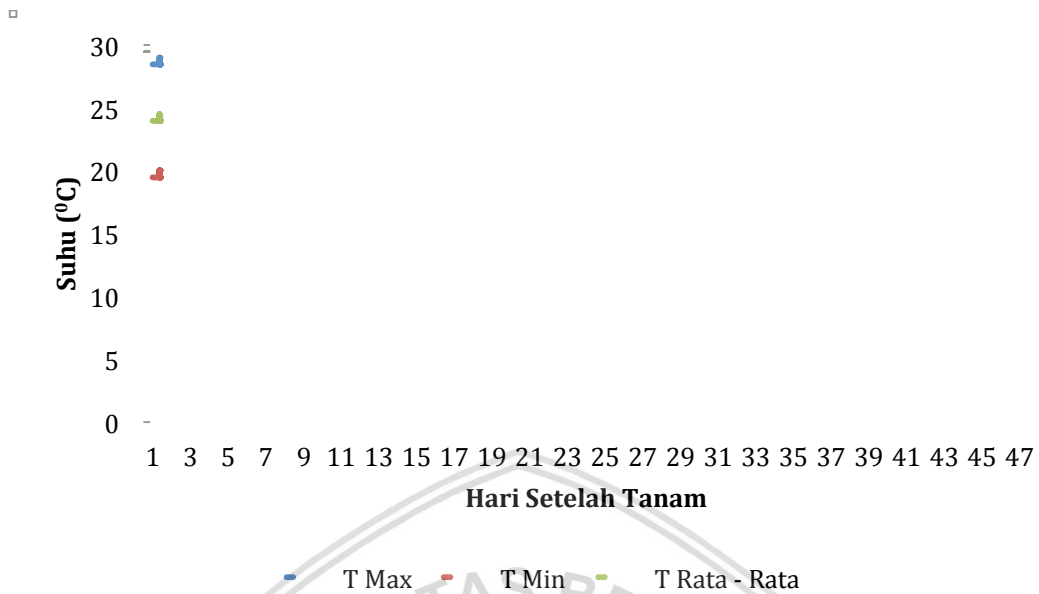
Tabel 10. Intersepsi cahaya per tanaman kale pada perbedaan kerapatan tanaman dan pupuk urea.

| Perlakuan | Intersepsi Cahaya (%) | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|--------|---------|---------|---------|
| | 17 hst | 24 hst | 31 hst | 38 hst | 45 hst |
| Kerapatan | | | | | |
| K1 (20 cm x 20 cm) | 26.49 | 43.97 | 71.59 a | 74.30 a | 75.51 a |
| K2 (20 cm x 25 cm) | 28.98 | 44.21 | 75.24 b | 79.01 b | 82.32 b |
| K3 (25 cm x 25 cm) | 24.99 | 46.47 | 81.22 c | 84.29 c | 87.04 c |
| BNT 5% | tn | tn | 0.87 | 0.82 | 1.63 |
| Urea | | | | | |
| N1 (100 kg ha ⁻¹) | 26.5 | 44.59 | 74.8 | 77.60 | 80.96 |
| N2 (200 kg ha ⁻¹) | 26.42 | 44.65 | 76.04 | 79.29 | 81.37 |
| N3 (300 kg ha ⁻¹) | 27.54 | 45.41 | 77.21 | 80.72 | 82.53 |
| BNT 5% | tn | tn | tn | tn | tn |

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.

Tabel 10 dengan perlakuan kerapatan di 31 hst menunjukkan adanya pengaruh dan presentase intersepsi dengan kerapatan 25 cm x 25 cm memiliki nilai yang lebih besar dan berbeda dengan kerapatan 20 cm x 20 cm maupun dengan perlakuan kerapatan 20 cm x 25 cm. Pada umur tanaman 38 hst dengan perlakuan kerapatan, nilai yang lebih besar berada pada kerapatan 25 cm x 25 cm yang berbeda dengan perlakuan kerapatan lainnya. Pada 45 hst tanaman menunjukkan hasil perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm memiliki presentase yang lebih besar dan berbeda dengan perlakuan kerapatan 20 cm x 20 cm dan 20 cm x 25 cm. Perlakuan pupuk urea tidak memberikan pengaruh terhadap nilai presentase intersepsi cahaya matahari oleh tanaman kale. Nilai intersepsi yang lebih besar pada perlakuan pupuk urea ditunjukkan oleh hasil perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ dibandingkan dengan nilai presentase intersepsi cahaya yang dihasilkan oleh perlakuan pupuk urea 100 kg ha⁻¹ dan 200 kg ha⁻¹.

4.1.7 Suhu Harian



Gambar 3. Grafik Suhu Maksimum dan Minimum Desa Torongrejo Kecamatan Junrejo Selama Penelitian.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dan penurunan suhu maksimum maupun minimum. Pada suhu maksimum kenaikan suhu tertinggi yaitu mencapai suhu 29 °C yang terjadi pada 27, 28, 34,40,42 dan 44 hst. Sedangkan suhu terendah pada suhu maksimum terjadi pada 4 hst yang mencapai 24,5 °C. Untuk suhu minimum kenaikan suhu tertinggi mencapai 20 °C yang terjadi pada 11, 14,17,30, 32, 38, 39, 40 dan 41 hst. Suhu terendah pada suhu minimum terjadi pada 6 hst yaitu mencapai 17 °C . Dari suhu maksimum dan minimum maka dapat diketahui suhu rata-rata pada setiap harinya. Suhu rata-rata tertinggi dapat mencapai 24,5 °C yang terjadi pada 32 dan 40 hst, sedangkan suhu rata-rata terendah terjadi pada 4 hst dengan suhu 21,5 °C.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Interaksi Antara Kerapatan dan Pupuk Urea

Interaksi kerapatan tanaman dan pupuk urea berpengaruh nyata pada umur 17 hst pada parameter panjang tanaman (Tabel 3) dan 24 hst pada parameter jumlah daun (Tabel 6). Hal ini diduga karena hanya perlakuan kerapatan tanaman yang berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman dan jumlah daun sehingga tidak muncul interaksi antara kerapatan tanaman dan pupuk urea. Interaksi kerapatan tanaman dan pupuk urea terbaik adalah perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm dan pupuk urea 200 kg ha⁻¹ dengan tinggi tanaman 17,64 cm. Interaksi pada jumlah daun memiliki nilai tertinggi pada perlakuan kerapatan 25 cm x 25 cm dan pupuk urea 200 kg ha⁻¹ sebanyak 7,92 helai. Hasil tersebut menunjukkan kedua parameter menunjukkan hasil interaksi tertinggi pada perlakuan yang sama. Selaras dengan hasil penelitian Dantri *et al.* (2015) bahwa terjadi interaksi pada tinggi tanaman *Brassica oleracea* var. *acephala* dengan perlakuan jarak tanam yang menentukan kerapatan tanaman dan pupuk hayati yang mengandung nitrogen. Sesuai dengan penelitian Sarif *et al.* (2015) yang menyatakan hasil pertumbuhan pada tanaman brassica dengan pupuk urea 200 kg ha⁻¹ memiliki hasil terbaik dan berbeda nyata pada parameter pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun. Pada perlakuan kerapatan nilai terbesar terdapat pada kerapatan terlebar yaitu 25 cm x 25 cm. Hal ini berarti semakin lebar kerapatan akan semakin memberikan hasil pertumbuhan yang lebih baik. Pada jarak tanam yang lebar, kompetisi antar tanaman rendah sehingga ketersediaan unsur hara, air dan cahaya matahari pada kondisi tercukupi dari yang dibutuhkan tanaman. Hasil produksi suatu tanaman mempunyai hubungan yang tidak dapat dipisahkan dengan kerapatan tanaman, karena itu penentuan jarak tanam sangat menentukan jumlah produksi yang dihasilkan (Lorina *et al.*, 2015).

Dengan pengaturan jarak tanam yang baik, maka pemanfaatan ruang yang ada bagi pertumbuhan tanaman dan kapasitas penyangga terhadap peristiwa yang merugikan dapat diefisienkan. Interaksi yang terjadi pada parameter panjang tanaman dan jumlah daun terlihat pada awal tanam. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh sifat urea menurut Novizan (2002) dimana urea merupakan jenis pupuk higroskopis yang sangat mudah larut dalam air dan bereaksi cepat serta mudah

menguap. Pupuk urea yang digunakan saat ini efisiensinya rendah. Urea yang mudah larut membuat nitrogen di dalamnya menjadi mudah hilang akibat tercuci dan menguap (Sutanto, 2015).

Perlakuan kerapatan menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap parameter hasil panen tanaman kale namun tidak berbeda nyata pada perlakuan pupuk urea. Pada parameter hasil panen diantaranya bobot segar dan bobot konsumsi tidak terdapat interaksi yang berbeda nyata antara perlakuan kerapatan tanaman dan pupuk urea. Rusnadi *et al.* (2003) menjelaskan bahwa walaupun kedua perlakuan masing-masing memberikan pengaruh yang nyata pada parameter, tetapi tidak ada interaksi antara kerapatan dan pupuk urea. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kerapatan dan pupuk urea masing-masing memberikan pengaruh secara bebas. Menurut Arumsari dan Suwanto (2018) perlakuan jarak tanam dan pupuk nitrogen lebih tampak pengaruhnya apabila diaplikasikan secara tunggal daripada bersama sama. Adanya interaksi yang ditunjukkan oleh perlakuan kerapatan tanaman dan pupuk urea menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tersebut mampu memberikan efek terhadap pertumbuhan tanaman karena dengan perlakuan kerapatan tanaman tersebut telah cukup memberikan ruang tumbuh yang memadai bagi tanaman sehingga tidak terjadi kompetisi dalam hal penggunaan sinar matahari dan unsur hara terutama unsur nitrogen yang dibutuhkan oleh tanaman sayur daun.

4.2.2 Pengaruh Kerapatan tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kerapatan tanaman berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman, jumlah daun, bobot segar, bobot konsumsi tanaman dan intersepsi cahaya matahari. Pada parameter panjang tanaman, kerapatan berpengaruh nyata pada 24, 31, 38, dan 45 hst (Tabel 4). Sedangkan pada parameter jumlah daun, kerapatan berpengaruh pada 31, 38, dan 45 hst (Tabel 5). Hal tersebut diduga sebagai akibat dari tanaman yang sedang mengalami perkembangan sehingga menyebabkan semakin besarnya nilai panjang dan jumlah daun tanaman. Meratanya cahaya yang diterima oleh daun menyebabkan meningkatnya proses asimilasi yang terjadi sehingga hasil asimilasi yang diakumulasi akan lebih banyak, dimana asimilat tersebut digunakan sebagai

energi pertumbuhan tanaman untuk membentuk organ vegetatif seperti daun dan tinggi tanaman (Napitupulu dan Winarto, 2010). Kerapatan tanaman yang semakin sempit akan mengurangi atau memperkecil jumlah cahaya yang dapat mengenai tubuh tanaman sehingga terjadi pemanjangan sel yang diikuti dengan penambahan tinggi tanaman. Namun pada penelitian ini digunakan parameter panjang tanaman yang pengukurannya dimulai dari pangkal batang di permukaan tanah hingga daun tanaman terpanjang.

Hasil bobot segar dan bobot konsumsi tanaman dengan kerapatan tanaman yang lebih lebar menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan tanaman yang lebih sempit (Tabel 8 dan Tabel 9). Hal ini dikarenakan semakin lebar kerapatan tanaman yang diterapkan maka kompetisi antar tanaman dalam memperebutkan cahaya dan nutrisi akan semakin rendah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Populasi tanaman memiliki hubungan erat dengan hasil tanaman. Kepadatan tanaman dapat diartikan sebagai jumlah tanaman yang terdapat dalam satuan luas lahan. Peningkatan kepadatan tanaman atau tingkat kerapatan yang semakin sempit akan meningkatkan jumlah tanaman. Apabila jumlah tanaman meningkat maka berakibat meningkatnya jumlah daun yang diikuti dengan luas daunnya juga meningkat sehingga akan meningkatkan jumlah panen per satuan luas. Laju pertumbuhan tanaman menggambarkan jumlah penambahan biomassa tanaman per satuan luas per satuan waktu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin lebar jarak tanam maka semakin tinggi bobot segar dan bobot konsumsi total per tanaman.

Kerapatan tanaman berperan penting sebagai ruang tumbuh tanaman dalam melakukan pertumbuhan dan perkembangan. Firmansyah, *et al.* (2009) menyatakan bahwa populasi tanaman yang rapat berpengaruh pada penyerapan energi matahari oleh permukaan daun dan menentukan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil penelitian pada pengamatan bobot segar dan bobot konsumsi tanaman maka didapatkan hasil bahwa tingkat kerapatan atau jumlah populasi tanaman dapat mempengaruhi hasil budidaya tanaman kale. Dengan meningkatnya bobot segar maupun konsumsi serta kualitas hasil maka diharapkan petani akan mendapatkan keuntungan yang lebih banyak. Intersepsi radiasi matahari merupakan selisih antara radiasi yang datang dengan radiasi yang di

transmisikan (Suryadi *et al.*, 2013). Intersepsi radiasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ILD (Indeks Luas Daun), jarak tanam atau populasi tanaman. Presentase intersepsi radiasi maksimum terjadi pada kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm karena radiasi matahari yang datang sebagian besar jatuh pada tajuk tanaman sehingga jumlah radiasi yang diintersepsi sangat dipengaruhi oleh jumlah daun tanaman (Masyitah, 2001). Kerapatan tanaman rapat pada tanaman cenderung mendapatkan radiasi matahari dengan jumlah yang besar, hal ini terjadi karena cahaya yang sampai pada permukaan sebagian besar tertahan pada tajuk tanaman, akibatnya tanaman dapat dengan maksimal melakukan fotosintesis. Selain itu Ariyanto *et al.* (2015) menjelaskan bahwa dengan semakin padatnya populasi maka intersepsi radiasi matahari yang diterima oleh tanaman lebih besar dibandingkan dengan kerapatan tanaman yang lebih lebar. Namun hasil tersebut tidak sesuai dengan hasil penelitian kerapatan tanaman kale karena perlakuan kerapatan tanaman renggang memberikan kesempatan pada tanaman untuk tumbuh kearah samping sehingga kanopi tanaman akan terbentuk lebih lebar. Perlakuan jarak tanam berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan diameter tajuk tanaman, diduga dengan jarak tanam yang lebih lebar memberikan ruang tumbuh yang lebih baik terutama dalam pemanfaatan sinar matahari dan unsur hara sehingga pertumbuhan daun tanaman dapat menjadi lebih panjang jika dibandingkan dengan pertumbuhan daun tanaman dengan jarak tanam yang lebih sempit (Hamidah, 2012). Menurut Gardner *et al.* (1996) dalam Erawati dan Awaludin (2016), pengaturan kerapatan tanaman bertujuan untuk meminimalkan kompetisi intrapopulasi agar kanopi dan akar tanaman dapat memanfaatkan lingkungan secara optimal. Suhu udara yang terdapat pada lokasi penelitian yang berkisar antara 21,5°C – 24,5 °C telah sesuai dengan syarat tumbuh yang dibutuhkan oleh tanaman kale. Rubatzky dan Yamaguchi (1998) dalam Bastian (2013) berpendapat bahwa suhu sedang lingkungan ideal untuk produksi tanaman hortikultura berkualitas tinggi. Suhu yang lebih tinggi dari 30 °C biasanya menghambat pertumbuhan.

Kerapatan tanaman yang terlalu lebar umumnya memiliki hasil per hektar yang lebih rendah karena penggunaan lahan yang memiliki banyak ruang kosong diantara tajuk tanaman dan jika kerapatan tanaman optimum maka hasil per hektar

akan tinggi karena jumlah tanaman banyak dan hasil pertanaman akan maksimal. Hal ini terjadi karena pada jarak optimum peningkatan suhu yang terjadi di areal tanaman dapat merangsang laju mineralisasi nitrogen untuk dapat tersedia dan mudah diserap tanaman sehingga meningkatkan pasokan nutrisi, dengan demikian merangsang produktivitas tanaman (Kirschbaum, 2004).

4.2.3 Pengaruh Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kale

Tanah memiliki banyak unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman namun tidak semua unsur hara yang terdapat dalam tanah dapat diserap oleh tanaman. Hal ini disebabkan karena unsur hara berada dalam kondisi tidak tersedia. Salah satu unsur hara adalah nitrogen (N). Nitrogen merupakan salah satu unsur hara esensial bagi tanaman, sehingga sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Dengan demikian, jika nitrogen dalam tanah tidak dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman, maka dibutuhkan input yang dapat menyuplai ketersediaan Nitrogen karena jika tidak terpenuhi, maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terganggu. Salah satunya dengan penggunaan pupuk Urea (Erawan, 2013).

Berdasarkan kriteria analisis tanah Balittan (2009) kandungan unsur hara nitrogen pada lahan penelitian tergolong rendah (Lampiran 15). Rendahnya kadar nitrogen di dalam tanah tidak sebanding dengan jumlah yang diangkut oleh tanaman. Oleh karena itu, diperlukan tambahan pupuk nitrogen untuk memenuhi kebutuhan tanaman (Sutanto, 2015). Keadaan tersebut diduga disebabkan oleh kondisi tanah yang memang tidak mengandung unsur hara, pemakaian tanah yang terus menerus tanpa adanya perawatan dan pengolahan tanah yang salah (Amiroh, 2014). Oleh sebab itu dibutuhkan penambahan unsur nitrogen melalui pemupukan urea untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk urea berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman, jumlah daun dan indeks klorofil. Pada parameter panjang tanaman, pupuk urea berpengaruh nyata pada 38, dan 45 hst (Tabel 4). Sedangkan pada parameter indeks klorofil tanaman, pupuk urea berpengaruh nyata pada 17 dan 38 hst (Tabel 7). Pengaruh pemupukan urea terjadi pada awal pertumbuhan karena pupuk yang diberikan melalui akar direspon oleh tanaman pada waktu fase pertumbuhan cepat. Umur

tanaman selama menghabiskan masa perkecambahan dan telah menuju fase pertumbuhan awal menunjukkan gejala penyerapan yang sangat cepat unsur hara yang ada di dalam tanah melalui akar (Pudyartono, 2009).

Hal ini sejalan dengan pendapat Erawan (2013) bahwa unsur hara yang dikandung dalam pupuk urea sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain: (1) membuat tanaman lebih hijau segar dan banyak mengandung butir hijau daun (*chlorophyll*) yang mempunyai peranan dalam proses fotosintesis, (2) mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan lain-lain), (3) menambah kandungan protein tanaman, (4) dapat dipakai untuk semua jenis tanaman.

Pada parameter panjang tanaman pupuk urea berpengaruh nyata dengan hasil terbaik pada perlakuan pupuk urea 300 kg ha⁻¹ (N3) (Tabel 4). Peranan utama nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya batang, cabang dan daun. Pertumbuhan panjang pada tanaman sangat erat hubungannya dengan ketersediaan unsur hara makro salah satu diantaranya adalah nitrogen yang berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif pada tanaman (Pangaribuan *et al.*, 2016). Dalam proses pertumbuhan, tanaman memerlukan protein sebagai sistem hormon tumbuh atau auksin yang didapat melalui nitrogen yang diterapkan melalui urea (Yasari *et al.*, 2009). Sesuai dengan pendapat Prihmantoro (1996) dalam Pudyartono (2009) nitrogen dibutuhkan tanaman untuk merangsang pertumbuhan tanaman, terutama menambah tinggi tanaman, batang dan daun. Dengan pemberian dosisi pupuk yang mengandung unsur nitrogen yang cukup untuk kebutuhan tanaman maka pertumbuhan tanaman khususnya pada fase vegetatif dapat optimal. Hasil penelitian Yeshiwas (2015) menunjukkan pertumbuhan tanaman sawi memiliki hasil tertinggi pada perlakuan pupuk nitrogen 150 kg ha⁻¹ atau setara dengan 326 kg ha⁻¹ urea. Semakin rendah dosis nitrogen maka semakin kecil nilai pertumbuhan tanaman.

Nilai indeks klorofil tertinggi juga ditunjukkan oleh perlakuan urea 300 kg ha⁻¹ (N3) yang berbeda nyata dengan perlakuan urea lainnya. Nitrogen berfungsi sebagai pembentuk klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Semakin tinggi pemberian nitrogen (sampai batas optimumnya) maka jumlah

klorofil yang terbentuk akan meningkat (Pramitasari, 2016). Semakin sedikit pemberian urea maka semakin kecil nilai indeks klorofil. Sesuai dengan pernyataan Sanusi *et al.* (2015) bahwa kekurangan unsur nitrogen akan menurunkan jumlah klorofil sehingga laju fotosintesis berkurang dan fotosintat yang dihasilkan juga berkurang. Pemberian pupuk nitrogen yang cukup tinggi menghasilkan jumlah daun tanaman yang semakin banyak dan tumbuh melebar sehingga menghasilkan luas daun yang besar dan memperluas permukaan yang tersedia untuk fotosintesis. Apabila fotosintesis berlangsung dengan baik maka fotosintat yang terbentuk semakin meningkat untuk ditranslokasikan ke bagian-bagian vegetatif tanaman untuk membentuk organ-organ baru (Pramitasari *et al.*, 2016)



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan kerapatan tanaman dan pupuk urea tidak menghasilkan interaksi kecuali pada parameter panjang tanaman umur 17 hst dan jumlah daun umur 24 hst.
2. Kerapatan tanaman mampu meningkatkan nilai pertumbuhan panjang tanaman (cm), jumlah daun (helai), bobot segar per tanaman (gram), bobot segar konsumsi per tanaman (gram) dan intersepsi cahaya. Pupuk urea dapat meningkatkan panjang tanaman (cm), jumlah daun (helai) serta indeks klorofil daun.
3. Kerapatan tanaman 25 cm x 25 cm menunjukkan nilai pertumbuhan dan hasil kale yang lebih baik pada hampir seluruh parameter. Sedangkan pupuk urea 200 kg ha⁻¹ mampu memberikan hasil yang lebih baik pada parameter pertumbuhan panjang tanaman dan jumlah daun per tanaman.

5.2 Saran

Budidaya tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) sebaiknya diterapkan dengan kerapatan tanaman yang tepat agar didapatkan hasil yang lebih baik. Pengaplikasian pupuk harus menyesuaikan dengan kandungan unsur hara yang berada dalam tanah sehingga pemberian pupuk urea dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Acikgoz, F. E. 2011. Mineral, Vitamin C and Crude Protein Contents in Kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) at Different Harvesting Stages. *African Journal of Biotechnology* 10(75): 17170-17174.
- Adiyoga, W. 2009. Analisis Trend Per Satuan Luas Tanaman Sayuran Tahun 1969-2006 di Indonesia. *J. Hort* 19 (4): 484-499.
- Amiroh, Ana. 2014. Pengaruh Dosis Pupuk Urea dan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Saintis* 6(2): 1-14.
- Arifin, R. 2016. *Bisnis Hidroponik Ala Roni Kebun Sayur*. Jakarta: Agromedia Pustaka. Pp 37-38.
- Arumsari, Tyas dan Suwanto. 2018. Pengaruh Pupuk Nitrogen dan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). *J. Bul. Agrohorti* 6 (1): 122-133.
- Badan Pusat Statistik. 2017. <https://www.bps.go.id/site/resultTab> diakses pada 5 Desember 2017.
- Bastian, H., S. A. Adimihardja, Setyono, H. Bastian. 2013. Efektivitas Komposisi Pupuk Anorganik dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Kultivar Selada (*Lactuca sativa* L.) dalam Sistem Hidroponik Rakit Apung. *J. Pertanian* 4 (2): 91-99.
- Cahyono. 2001. *Kubis Bunga dan Broccoli*. Kanisius. Yogyakarta.
- Dantri, R., T. Irmansyah, Jonatan G. 2015. Respons Pemberian Pupuk Hayati pada Beberapa Jarak Tanam Pertumbuhan dan Produksi Kailan (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). *J. Online Agroekoteknologi* 3 (2): 483-488.
- Erawan, Dedi, Wa O. Y., Andi B. 2013. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Urea. *J. Agroteknos* 3 (1) : 19-25.
- Erawati, B. T. R. dan Awaludin H. 2016. Pengaruh Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Jagung Hibrida di Kawasan Pengembangan Jagung Kabupaten Sumbawa. Banjarbaru. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian.
- Erwin, S., Ramli dan Adrianon. 2015. Pengaruh Berbagai Jarak Tanam pada Pertumbuhan dan Produksi Kubis (*Brassica oleracea* L.) di Dataran Menengah Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. e-J. Agrotekbis 3(4): 491-497.
- Firmansyah, F., Tino M. A. dan Aos M. A. 2009. Pengaruh Umur Pindah Tanam Bibit dan Populasi Tanaman terhadap Hasil dan Kualitas Sayuran Pakcoy (*Brassica campestris* L., *Chinensis* group) yang Ditanam dalam Naungan Kasa di Dataran Medium. *J. Agrikultura* 20 (3): 216-224.
- Hamidah. 2012. Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kubis Bunga Putih (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L. subvar. *cauliflora* DC). *J. Agrifarm* 1 (2): 34-42.

- Haryanto, E., Tina S., Estu R., H. Hendro S. 2007. Sawi dan Selada. Jakarta: Penebar Swadaya. Pp 85-88.
- Irawati, Titik. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bunga Kol (*Brassica oleracea* var, *botrytis* L.) terhadap Macam Varietas dan Jarak Tanam. J. Cendekia 13 (3): 1-7.
- Kirschbaum, M. U. F. 2004. Direct and Indirect Climate Change Effects of Photosynthesis and Transpiration. Georg Thieme Verlag KG Stuttgart. New York. Plant Biology 6 : 242-253.
- Kraft, D. dan Ara D. 2016. The A-Z Guide to Food as Medicine. CRC Press Taylor & Francis Group. P 160.
- Lingga, P. dan Marsono. 2013. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lorina, M. D. Sitawati dan Wicaksono, P. W. 2015. Studi Sistem Tumpangsari Brokoli (*Brassica oleracea* L.) dan Bawang Prei (*Allium porrum* L.) pada Berbagai Jarak Tanam. J. Produksi Tanaman 3 (7): 564-573.
- Masyithah. 2001. Pengaruh Intersepsi Radiasi Matahari terhadap Pertumbuhan, Perkembangan dan Produksi Tanaman Soba (*Fagopyrum esculantum* Moench). Skripsi Jurusan Geofisika dan Meteorologi. ITB. Bogor. p8.
- Munro, D. B. and Ernest S. 1997. Vegetables of Canada. Canada: National Research of Canada. Pp 19-23.
- Napitupulu, D. dan L. Winarto. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk N dan K terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah. J. Hort 20 (1): 27-35.
- Neugart, S., Hans P. K., Michaela Z., Monika S., Sascha R., Lothar W. K., Angelika K. 2012. The Effect of Temperature and Radiation on Flavonol Aglycones and Flavonol Glycoside of Kale (*Brassica oleracea* var *sabellica*). J. Food chemistry 133: 1456-1465.
- Nofriati, D. dan Renie O. 2013. Kajian Teknologi Pasca Panen Sawi (*Brassica juncea* L.) dalam Upaya Mengurangi Kerusakan dan Mengoptimalkan Hasil Pemanfaatan Pekarangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian <http://jambi.litbang.pertanian.go.id/eng/images/PDF/DesyN2.pdf> diakses pada 23 Januari 2018.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Jakarta: AgroMedia Pustaka. Pp 62-67.
- Pangaribuan, Alfons., Armaini, Edison A. 2016. Pengaruh pemberian pupuk bokashi dan pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). J. Jom Faperta 3 (2): 1-9.
- Pramitasari, H. E., Tatik W., Mochammad N. 2016. Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen dan Tingkat Kepadatan Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kalia (*Brassica oleraceae* L.). J. Produksi Tanaman 4 (1) : 49-56.
- Pudyartono. 2009. Pengaruh Media Tanam dan Pemupukan Urea terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.). J. Saintis 1 (1): 59-

66.

- Rana, M. K. dan N. C. Mamatha. 2007. Vegetable Crop Science. CRC Press Taylor & Francis Group. P 43.
- Regazzoni, Oscar., Yogi S., Agus S., A. Adi P. 2015. Efisiensi Penggunaan Energi Matahari Klon-Klon Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Diusahakan di Bawah Tiga Spesies Tanaman Penaung. J. Pelita Perkebunan 31 (1) : 21-29.
- Rubatzky, V. E. dan Yamaguchi. 1998. Sayuran Dunia 2. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Rusnadi, T. Krishna P. C. Bambang S. 2003. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Mutiara dan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiate* L.). J. Budidaya Pertanian 9 (1): 37-44.
- Samadi. 2013. Budidaya Intensif Kailan secara Organik dan Anorganik. Jakarta: Pustaka Mina.
- Sanusi, Ahmad. Setyono. Sjarif A. A. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Sawi Manis (*Brassica juncea* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Kompos Ternak Sapi dan Pupuk N, P dan K. J. Agronida 1 (1): 21-30.
- Sarif, P. Abd. Hadid dan Imam W. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. e-J. Agrotekbis 3(5): 585-591.
- Suryadi, Lilik S., Roedy S. 2013. Kajian Intersepsi Cahaya Matahari pada Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) Diantara Tanaman Melinjo Menggunakan Jarak Tanam Berbeda. J. Produksi Tanaman 1 (4) : 333-341.
- Tambunan, M. A. Asil B. dan Jasmani G. 2013. Respon Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) terhadap Interval Penyiraman dan Konsentrasi Larutan Pupuk NPK secara hidroponik. Jurnal Online Agroekoteknologi 1(3): 864-872.
- Wahyudi. 2010. Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Wahyudin, A. Ruminta D. C. dan Bachtiar. 2015. Pengaruh Jarak Tanam Berbeda pada Berbagai Dosis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida P-12 di Jatinangor. Jurnal Kultivasi 1(4): 1-8.
- Warisno dan Kres D. 2010. Peluang Usaha dan Budidaya Cabai. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. p68
- Widana, I M. P., Anak A. I. K. dan Desak N. K. 2016. Kajian Hubungan Populasi Tanaman dengan Neraca Unsur Hara Nitrogen dan Fosfor pada Sistem Vertikultur Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) dan Kangkung (*Ipomea reptans*). J. Agrotrop 6 (1) : 63-72.
- Winarso, Sugeng. 2005. Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Yogyakarta: Gava Media.
- Yasari, Esmaeil. M. A. Eismaeili A., Saedeh M. dan Mahsa R. A. 2009. Enhancement of Growth and Nutrient Uptake of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

by Applying Mineral Nutrients and Biofertilizer. Pakistan Journal of Biological Sciences 12 (2): 127-133.

